

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PADRE JOSÉ NUNES DIAS
Técnico em Zootecnia

Anderson Richelli Durigan
Douglas Antonio Gonçalves
Laura Souza Da Conceição
Luan Stoco Firme

MONITORAMENTO E CONTROLE EM TEMPO REAL DE
CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE GRANJA, GARANTINDO
PARÂMETROS IDEAIS PARA O DESENVOLVIMENTO SAUDÁVEL
DE FRANGOS DE CORTE

Monte Aprazível, São Paulo
2026

Anderson Richelli Durigan
Douglas Antonio Gonçalves
Laura Souza Da Conceição
Luan Stoco Firme

**MONITORAMENTO E CONTROLE EM TEMPO REAL DE CONDIÇÕES
AMBIENTAIS DE GRANJA, GARANTINDO PARÂMETROS IDEAIS PARA O
DESENVOLVIMENTO SAUDÁVEL DE FRANGOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em
Zootecnia da ETEC Padre José Nunes
Dias, orientado pela Professora Gabriela
de Souza Peres Carvalho, como requisito
parcial para obtenção do título de Técnico
em Zootecnia.

**Monte Aprazível, São Paulo
2026**

DEDICATÓRIA

Este Trabalho de Conclusão de Curso é dedicado à Etec Padre José Nunes Dias, espaço onde se iniciou e se consolidou nossa trajetória no Curso Técnico em Zootecnia, tornando possível a construção do conhecimento, o desenvolvimento de habilidades técnicas e o fortalecimento do compromisso com a formação profissional. A instituição representa o alicerce desta caminhada acadêmica e a base para os desafios futuros na área da Zootecnia.

Dedicamos, de forma especial, à Professora Gabriela, coordenadora do Curso de Zootecnia, pelo comprometimento, pela orientação e pela dedicação demonstrados ao longo dos três módulos do curso. Sua atuação, incentivo e acompanhamento foram essenciais para a nossa formação e para a conclusão desta importante etapa.

Estendemos esta dedicatória a todos os professores e professoras que, com profissionalismo, paciência e dedicação, compartilharam seus conhecimentos, experiências e ensinamentos durante os três módulos do curso. Cada aula teórica, atividade prática e orientação contribuíram de maneira significativa para a construção do nosso aprendizado e para a preparação para os desafios da área da Zootecnia.

Este trabalho simboliza o encerramento de um ciclo de aprendizado e o início de uma nova etapa, refletindo o esforço coletivo entre alunos, docentes e instituição ao longo dessa trajetória formativa.

AGRADECIMENTOS

Dedicamos este Trabalho de Conclusão de Curso a todos os professores e professoras que fizeram parte da nossa trajetória acadêmica no Curso Técnico em Zootecnia. Ao longo dessa formação, cada aula, orientação e atividade prática foram fundamentais para a construção do nosso conhecimento técnico, profissional e humano. Com comprometimento, responsabilidade e dedicação ao ensino, os docentes nos transmitiram não apenas conteúdos científicos e técnicos, mas também valores essenciais, como ética, respeito aos animais, consciência ambiental e responsabilidade social.

Expressamos, também, nosso sincero agradecimento à Etec Padre José Nunes Dias, pela estrutura oferecida, pela qualidade do ensino e pelo ambiente educacional que favoreceu o aprendizado e o desenvolvimento das nossas competências. Estendemos nossos agradecimentos ao Centro Paula Souza, instituição responsável pela excelência do ensino técnico, que por meio de sua organização, diretrizes e apoio educacional, possibilitou a realização deste curso e a nossa formação profissional.

A conclusão deste Trabalho de Conclusão de Curso representa o encerramento de uma etapa importante da nossa vida acadêmica e o início de novos desafios profissionais. Este trabalho é resultado do esforço conjunto entre alunos, professores e instituições comprometidas com a educação de qualidade. Levaremos conosco os conhecimentos adquiridos e os ensinamentos recebidos, que servirão de base sólida para nossa atuação na área da Zootecnia e para a construção do nosso futuro profissional.

MONITORAMENTO E CONTROLE EM TEMPO REAL DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE GRANJA, GARANTINDO PARÂMETROS IDEAIS PARA O DESENVOLVIMENTO SAUDÁVEL DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

O setor avícola nacional ocupa uma posição de extremo prestígio no cenário do agronegócio global. Com um faturamento anual recente na casa dos US\$ 20 bilhões, a produção de frangos de corte consolida-se como um dos pilares da economia do país. Diante disso, a busca por inovações tecnológicas é constante para assegurar a competitividade no mercado externo, cumprindo os rigorosos padrões internacionais de qualidade e bem-estar animal. Para o sucesso da produção, o manejo do microclima dos aviários é crucial, exigindo um controle rigoroso de umidade e temperatura térmica conforme a fase de vida das aves. Nesse contexto, a termografia infravermelha tem ganhado destaque como uma das ferramentas tecnológicas mais demandadas na zootecnia. Trata-se de uma técnica não invasiva que capta a energia térmica irradiada pela superfície corporal do animal, convertendo-a em imagens visíveis que facilitam o diagnóstico. Diante desse cenário, este trabalho teve como propósito debater a aplicação da termografia infravermelha na cadeia avícola, focando especificamente em frangos de corte, poedeiras e codornas. A metodologia adotada consistiu em uma pesquisa descritiva baseada em revisão de literatura. Os resultados indicam que o imageamento infravermelho é um recurso consolidado, seguro e altamente eficiente em investigações científicas, com maior volume de dados voltados para galinhas poedeiras e frangos. Em contrapartida, constatou-se uma escassez de literatura sobre o uso da técnica na criação de codornas, evidenciando uma lacuna que demanda novos estudos. Conclui-se que a termografia infravermelha atua como uma ferramenta estratégica para mensurar a influência do ambiente na produção de aves, funcionando como um suporte essencial para a tomada de decisões e para a promoção da saúde e do bem-estar animal.

Palavras-chave: Avicultura. Bem-Estar Animal. Conforto Térmico. Infravermelha.

REAL-TIME MONITORING AND CONTROL OF FARM ENVIRONMENTAL CONDITIONS ENSURING IDEAL PARAMETERS FOR THE HEALTHY DEVELOPMENT OF BROILER CHICKENS

ABSTRACT

The Brazilian poultry sector occupies a position of extreme prestige in the global agribusiness landscape. With recent annual revenues of around US\$20 billion, broiler production is consolidating itself as one of the pillars of the country's economy. Given this, the search for technological innovations is constant to ensure competitiveness in the international market, meeting rigorous international standards of quality and animal welfare. For successful production, the management of the microclimate in poultry houses is crucial, requiring rigorous control of humidity and temperature according to the life stage of the birds. In this context, infrared thermography has gained prominence as one of the most demanded technological tools in animal husbandry. It is a non-invasive technique that captures the thermal energy radiated by the animal's body surface, converting it into visible images that facilitate diagnosis. Given this scenario, this work aimed to discuss the application of infrared thermography in the poultry chain, focusing specifically on broilers, laying hens, and quails. The methodology adopted consisted of a descriptive study based on a literature review. The results indicate that infrared imaging is a consolidated, safe, and highly efficient resource in scientific investigations, with a greater volume of data focused on laying hens and broilers. In contrast, a scarcity of literature on the use of the technique in quail farming was found, highlighting a gap that demands further studies. It is concluded that infrared thermography acts as a strategic tool for measuring the influence of the environment on poultry production, functioning as an essential support for decision-making and for promoting animal health and welfare.

Keywords: Poultry Farming. Animal Welfare. Thermal Comfort. Infrared.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.....	12
Figura 2.....	15
Figura 3.....	15
Figura 4.....	16
Figura 5.....	16

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. DESENVOLVIMENTO	10
2.1 Mecanismos de Homeostase e Termorregulação	10
2.2. Trocas Térmicas e Homeotermia.....	10
2.3 Influência Ambiental e a Zona de Termoneutralidade	10
2.4 Respostas Comportamentais e Fisiológicas ao Estresse por Frio.....	11
2.5 Impactos do Estresse por Calor e Hipertermia e considerações sobre eficiência produtiva	11
3. METODOLOGIA.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

A produtividade e a qualidade de vida de frangos de corte estão diretamente vinculadas às variáveis do ambiente, com destaque para a temperatura ambiente e a umidade do ar. Sendo animais homeotérmicos, as aves contam com sistemas próprios de termorregulação; contudo, o ápice de seu rendimento produtivo é alcançado quando elas permanecem em uma faixa de conforto que dispensa o gasto extra de energia para a manutenção da temperatura interna. Quando submetidos ao estresse térmico, os animais apresentam piora nos índices zootécnicos — afetando negativamente a eficiência alimentar, a ingestão de ração e o ganho de massa magra —, além de haver um incremento nos índices de óbito no plantel (TINOCO, 2001; ABREU, 2011).

A gestão apropriada da cama aviária, comumente constituído por maravalha ou serragem, desempenha um papel crucial na atividade. Essa forração atua tanto no amortecimento e bem-estar das aves quanto na retenção de líquidos. Todavia, a degradação dos dejetos misturados a esse substrato pode resultar na emissão de gás amônia. Quando presente em teores elevados na atmosfera do aviário, a amônia compromete o trato respiratório e o crescimento do lote, o que torna mandatória a implementação de mecanismos eficazes de exaustão e circulação de ar (CARVALHO, 2019).

Frente a esses desafios, os recursos de automação industrial vêm revolucionando a supervisão e o ajuste fino do microclima dos galpões, conectando sensores, sistemas de controle e equipamentos periféricos. Essa coleta ininterrupta de dados viabiliza um gerenciamento produtivo superior e sintonizado com os preceitos da Indústria 4.0, o que simplifica o diagnóstico de falhas operacionais, qualifica o processo decisório e aperfeiçoa as rotinas de manejo (SILVA; PONCIANO, 2018).

Como aliada no diagnóstico do bem-estar animal, a termografia por infravermelho surge como uma técnica diagnóstica não intrusiva, capaz de detectar precocemente respostas fisiológicas ligadas a quadros inflamatórios, enfermidades ou estresse por calor. Sob essa ótica, a presente pesquisa tem como objetivo investigar o impacto das oscilações de temperatura no rendimento de frangos de corte, bem

como aferir a viabilidade da imagem térmica como recurso de monitoramento da saúde e do conforto térmico do rebanho (ROBERTO; SOUZA, 2014).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Mecanismos de Homeostase e Termorregulação

A estabilidade das funções vitais em aves é estritamente dependente da homeostase, um conjunto de processos regulatórios encarregados de sustentar o equilíbrio interno do organismo (SOUZA, 2014). Dentre os sistemas envolvidos nessa regulação, a termorregulação assume papel preponderante, conferindo a esses animais a capacidade de preservar a temperatura corpórea em patamares estáveis, mesmo diante de flutuações nas condições microclimáticas do ambiente (NETO *et al.*, 2021).

2.2. Trocas Térmicas e Homeotermia

Na fase adulta, as aves exibem uma temperatura corporal média em torno de 41 °C, particularidade biológica que as define como seres homeotérmicos (SILVA; PONCIANO, 2018; FERREIRA *et al.*, 2016).

A manutenção desse patamar térmico ocorre mediante a transferência de calor com o meio externo através de vias sensíveis — englobando a condução, a convecção e a radiação — e, de forma latente, pela eliminação de vapor d'água via trato respiratório (ofego), dada a ausência de glândulas sudoríparas na pele desses animais (NETO *et al.*, 2021).

2.3 Influência Ambiental e a Zona de Termoneutralidade

A sofisticação de tais defesas fisiológicas, o rendimento zootécnico permanece fortemente atrelado ao clima do galpão. Cenários de frio ou calor extremos quebram o equilíbrio calórico, desencadeando disfunções metabólicas e declínio nos índices de produção (FURLAN; MACARI, 2002).

Em contrapartida, a zona de termoneutralidade – representada na Figura 1, delimita o intervalo de temperatura ambiental no qual o plantel desempenha suas funções biológicas basilares sem a necessidade de despende energia extra para resfriar ou aquecer o corpo, o que potencializa o crescimento e a eficiência produtiva (NETO *et al.*, 2021; AMARAL *et al.*, 2016).

2.4 Respostas Comportamentais e Fisiológicas ao Estresse por Frio

Os limiares dessa faixa ideal são dinâmicos e oscilam em função de variáveis como a idade do lote, peso vivo, linhagem genética, densidade populacional, estratégias de nutrição e fatores meteorológicos locais (ESPINDOLA, 2012).

Sob baixas temperaturas, as aves tendem a elevar a ingestão de ração e a manifestar reações comportamentais voltadas à conservação de energia, tais como o agrupamento social (amontoamento) e a retração da área corpórea em contato com o ar (ABREU; ABREU, 2004).

Em lotes de pintinhos, a aglomeração severa pode restringir a mobilidade até os comedouros e bebedouros, comprometendo a uniformidade e a evolução do lote (NETO *et al.*, 2021).

2.5 Impactos do Estresse por Calor e Hipertermia e considerações sobre eficiência produtiva

Inversamente, quando submetidas a temperaturas que superam o limite de conforto, as aves reduzem o apetite e ativam mecanismos emergenciais de dissipação calórica. Clinicamente, observam-se condutas como o afastamento das asas em relação ao tronco, o eriçamento da plumagem, o incremento drástico na taxa respiratória (polipneia térmica) e a vasodilatação nos tecidos periféricos, visando otimizar a perda de calor para o meio (COSTA *et al.*, 2012; SANTANA *et al.*, 2018; MÉDRAD *et al.*, 1994).

Caso o estresse calórico seja contínuo, o quadro evolui para hipertermia severa, culminando na elevação da taxa de mortalidade (NETO *et al.*, 2021).



Figura 1 – Representação gráfica da zona de termoneutralidade das aves.

Fonte: Batista (2017).

O estresse térmico afeta negativamente o sistema endócrino das aves ao inibir a secreção dos hormônios de crescimento (GH) e estimulador da tireoide (TSH). Essa alteração desregula o metabolismo, a deposição lipídica e a síntese muscular, culminando na perda de rendimento zootécnico e na depreciação da qualidade do produto final (FRANZINI et al., 2022).

Para mitigar esses efeitos e garantir a expressão do potencial genético do plantel, o controle microclimático nos aviários é mandatório. Contudo, variáveis como a alta densidade de alojamento, a evolução genética constante e as flutuações climáticas regionais demandam uma atualização contínua das diretrizes de manejo de ambiência (VILELA et al., 2020; CASSUCE, 2011).

A eficiência na conservação da temperatura interna das aves — que oscila fisiologicamente entre 40 °C e 41 °C — é otimizada dentro da zona de termoneutralidade, alcançada por meio de instalações bem projetadas e sistemas de climatização eficazes (ABREU, 2004).

As exigências térmicas variam substancialmente conforme a idade: enquanto pintinhos recém-alojados demandam aquecimento rigoroso entre 33 °C e 34 °C, frangos de corte em crescimento apresentam melhor conversão alimentar e ganho de peso em temperaturas moderadas, de 15 °C a 28 °C (SANTOS et al., 2014).

Ademais, embora o sistema respiratório seja a principal via de dissipação calórica latente, taxas elevadas de umidade relativa do ar reduzem a eficiência da

evaporação pulmonar, agravando os quadros de estresse térmico (FAIRCHILD, 2019).

Em períodos de alta temperatura, o consumo voluntário de ração cai, prejudicando o aporte de nutrientes. Uma alternativa eficaz para sustentar o desempenho produtivo é a suplementação de lipídeos nas dietas. Essa prática eleva a densidade energética da ração, melhora sua palatabilidade e minimiza o incremento calórico derivado da digestão dos alimentos (OLIVEIRA *et al.*, 2000; NOBAKHT, 2011).

Como ferramenta de suporte ao bem-estar animal, a termografia infravermelha destaca-se como um método rápido, seguro e não invasivo de monitoramento térmico remoto (NASCIMENTO *et al.*, 2011; ÁVALO, 2014; BERNARDES, 2012). A tecnologia capta a radiação térmica emitida naturalmente pelos corpos e a converte em termogramas — mapas de calor coloridos que revelam a distribuição da temperatura superficial (EDDY *et al.*, 2001).

Por dispensar o contato físico, o uso de sensores infravermelhos mitiga o estresse de manejo em animais em constante movimento ou locais de difícil acesso. Essa versatilidade consolida a técnica tanto na produção animal e medicina veterinária quanto em estudos geográficos e meteorológicos de grande escala via satélite (ZIPROUDINA; MING; HÄNNINEN, 2006; MCGEE, 1988).

3. METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão bibliográfica com base em artigos científicos, livros, dissertações e publicações técnicas relacionadas à avicultura, ambiência, estresse térmico e termografia infravermelha na produção animal. As informações foram obtidas em bases de dados como Google Acadêmico e SciELO.

Os estudos consideravam fatores ambientais que influenciam o desempenho das aves, como: temperatura, umidade, ventilação e qualidade da cama do aviário, além de pesquisas sobre termorregulação e os efeitos do estresse térmico nas aves através da aplicação da termografia infravermelha como método não invasivo para monitoramento da temperatura corporal e das condições de bem-estar animal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pesquisas sobre ambiência na avicultura comprovam que as exigências térmicas dos lotes são dinâmicas e mudam conforme a idade das aves. Avaliações conduzidas por Cony e Zocche (2004) apontaram que, em épocas de alta pluviosidade, o microclima na fase inicial de alojamento tendeu a ficar abaixo do recomendado para o bem-estar dos pintinhos; em contrapartida, os índices mantiveram-se estáveis na fase de crescimento, mas ultrapassaram o limite de conforto na etapa final do lote. Esse cenário reforça a obrigatoriedade de uma supervisão climática ininterrupta durante todas as semanas da criação.

A técnica de termografia infravermelha tem sido um recurso valioso para mensurar o perfil térmico do plantel sob diferentes estratégias de manejo, conforme exemplificado nas Figuras 2, 3 e 4. Sob essa ótica, Ferreira *et al.* (2016) constataram que variações no aporte energético das rações afetam diretamente a temperatura da superfície corporal de pintinhos, comprovando que o método é sensível o bastante para registrar flutuações no calor de origem metabólica. Complementarmente, Graciano (2013) validou a eficiência da tecnologia ao mapear com precisão os diferenciais de temperatura entre distintas áreas anatômicas das aves e os setores do galpão, refinando o estudo das trocas térmicas com o meio.

Com relação a interação entre nutrição e clima, Alves (2012) investigou frangos de corte e poedeiras, identificando que o ambiente externo atua de forma preponderante sobre as vias de dissipação calórica dos animais. Em contrapartida, modificações no tipo de fonte lipídica adicionada à formulação das dietas exerceram reflexo irrelevante sobre tais respostas de ordem fisiológica.

A incorporação de ferramentas tecnológicas voltadas ao diagnóstico ambiental consolida-se como um pilar estratégico para modernizar a avicultura de corte e postura. O alinhamento desses dispositivos aos protocolos de campo otimiza os índices zootécnicos e assegura a conformidade com as diretrizes de sustentabilidade, biossegurança e bem-estar (ABREU, 2011; SILVA; PONCIANO, 2018).

Contudo, a precisão das informações geradas via infravermelho está estritamente vinculada ao rigor técnico na captura e calibração das imagens térmicas. Se operada corretamente, a termografia cumpre um papel duplo: diagnostica a qualidade microclimática das instalações e quantifica o estresse fisiológico do lote,

transformando as próprias aves em sensores biológicos em tempo real do ecossistema de criação (COELHO *et al.*, 2021; GADE, 2014).

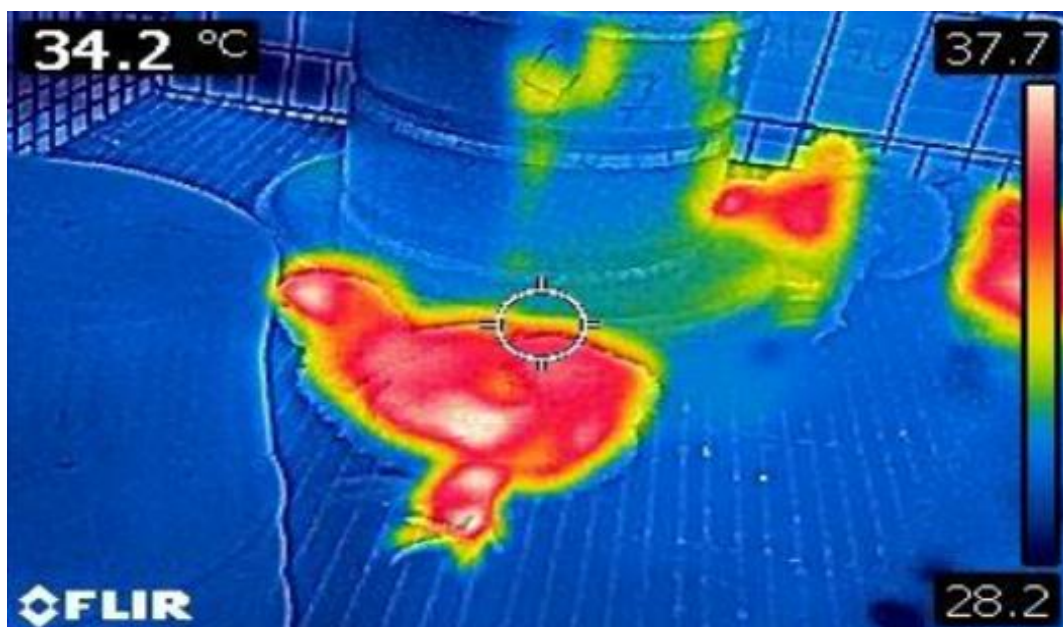


Figura 2 – Imagem infravermelha de pintinhos expostos a temperatura elevada.

Fonte: Vieira *et al.* (2022).

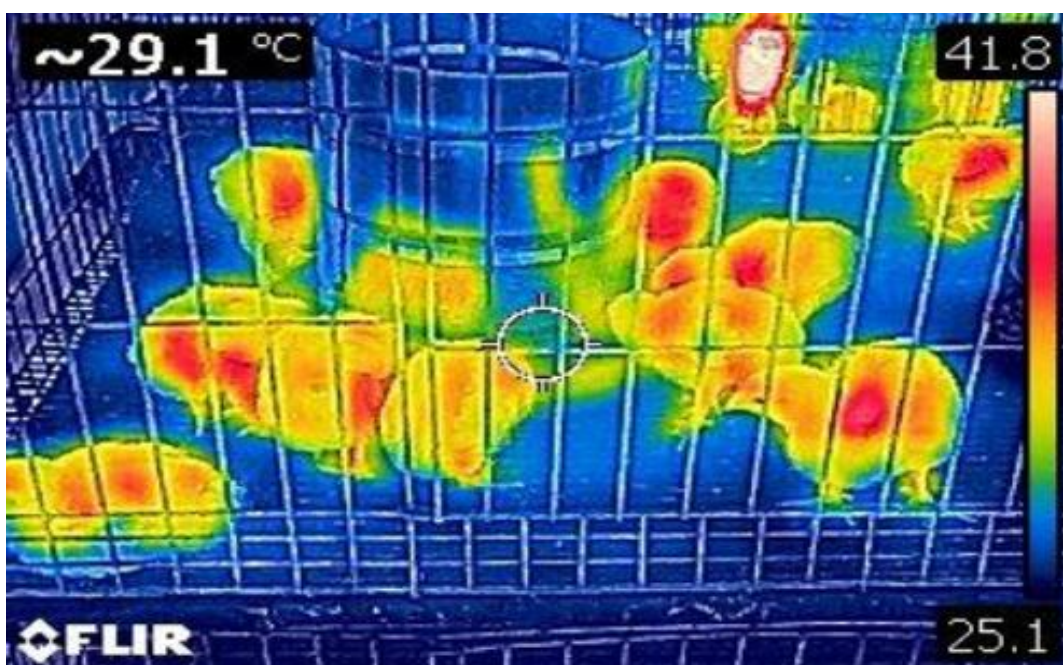


Figura 3 – Imagem infravermelha de pintinhos expostos a temperatura elevada e com desconforto térmico.

Fonte: Vieira *et al.* (2022).

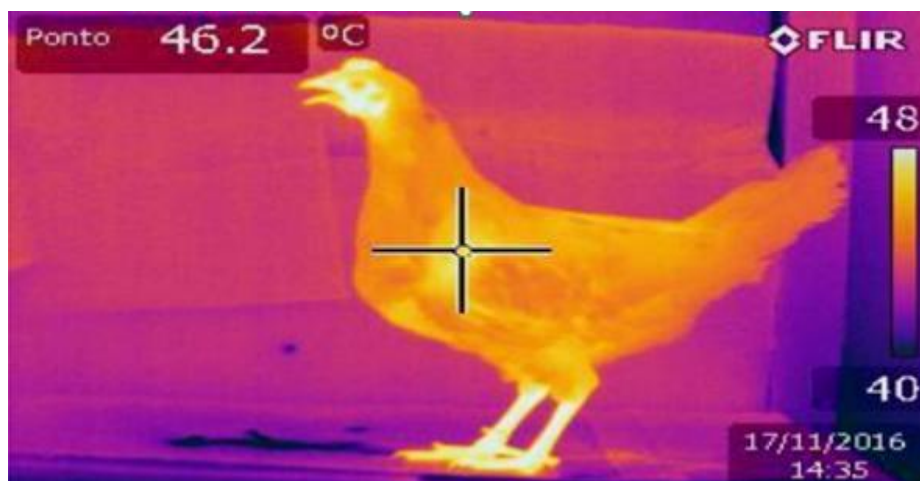


Figura 4 – Imagem infravermelha de franga exposta a ambiente com estresse calórico.

Fonte: Souza (2017).

A supervisão contínua do microclima interno e das oscilações climáticas externas nas instalações aviárias é indispensável para a consolidação de cenários que assegurem o conforto térmico do plantel. Essa rotina de monitoramento atua como um recurso estratégico para mensurar o reflexo direto das variáveis meteorológicas sobre os índices de conversão e crescimento, subsidiando decisões gerenciais mais assertivas na granja. Esse controle ganha contornos ainda mais críticos ao se considerar que os tetos produtivos e o status sanitário dos lotes são severamente limitados por pressões decorrentes do estresse térmico e do ambiente de criação, como pode ser visto na Figura 5 (STAUB *et al.*, 2016).

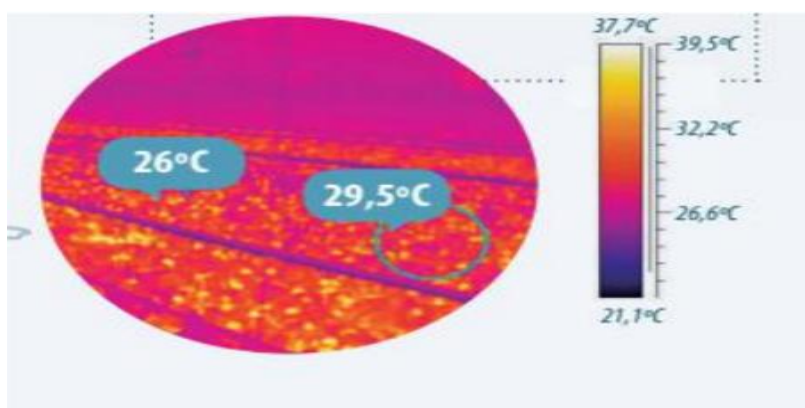


Figura 5 – Imagem infravermelha de frangos de corte em galpão totalmente fechado.

Fonte: Fairchild (2019).

A gestão rigorosa das variáveis microclimáticas nas instalações avícolas é um pilar indispensável para assegurar a qualidade de vida do plantel e a rentabilidade do sistema de produção. Por apresentarem características biológicas de animais homeotérmicos, os frangos de corte demandam a preservação de sua temperatura interna em intervalos estreitos, o que posiciona o conforto térmico como um dos elementos determinantes para o sucesso dos índices zootécnicos (BORGES *et al.*, 2003).

Sob condições de frio abaixo dos limites recomendados, o lote eleva a ingestão voluntária de ração e adota o comportamento de amontoamento como estratégia de conservação térmica. Contudo, essa aglomeração social pode restringir fisicamente a mobilidade dos animais até os bebedouros e comedouros, prejudicando a uniformidade e o crescimento ponderal (SCHIASSI *et al.*, 2015).

Inversamente, em cenários de calor severo, nota-se uma retração no apetite das aves associada ao acionamento de defesas para a eliminação do excesso de calor, tais como a polipneia térmica (ofego) e modificações na postura corporal. Esses ajustes emergenciais cobram um preço alto, manifestando-se em menor retenção de massa magra, piora na eficiência alimentar e elevação nos índices de óbito.

Para além das manifestações comportamentais visíveis, o estresse térmico interfere profundamente nas rotinas fisiológicas e bioquímicas das aves, depressindo a taxa de aproveitamento dos nutrientes e limitando o pleno desenvolvimento tecidual. Por conseguinte, garantir um ambiente operacional contido nos limites da zona de termoneutralidade é crucial para potencializar a produtividade e resguardar o status sanitário do rebanho.

Nesse contexto, o monitoramento ambiental desempenha papel estratégico na identificação de inadequações térmicas dentro das instalações. Tecnologias como sensores automatizados e termografia infravermelha permitem acompanhar as condições de criação em tempo real, fornecendo informações que auxiliam na correção de falhas de ventilação e climatização. A utilização dessas ferramentas contribui para a redução dos efeitos do estresse térmico e para o aprimoramento da produtividade na avicultura.

CONCLUSÃO

A análise dos resultados reitera que flutuações fora da faixa de termoneutralidade desencadeiam distúrbios comportamentais e metabólicos crônicos, comprometendo o ganho de peso, a eficiência alimentar e os índices zootécnicos globais, inclusive com aumento da mortalidade em casos extremos. Desse modo, o controle rigoroso do microclima das instalações é um requisito básico para preservar a homeostase do lote e assegurar a viabilidade econômica da atividade.

Para estabilizar o ambiente físico dos aviários, mostra-se indispensável o uso de sistemas automatizados de ventilação e resfriamento integrados a sensores térmicos e de umidade. Somado a isso, a termografia por infravermelho consolida-se como um recurso de diagnóstico remoto e não intrusivo. Ao mapear a temperatura superficial das aves em tempo real, essa tecnologia viabiliza a identificação precoce do estresse térmico, permitindo ajustes imediatos nas rotinas de manejo.

A convergência dessas inovações reflete os fundamentos da Avicultura 4.0, que prioriza a automação e o gerenciamento de dados para qualificar o processo decisório e aperfeiçoar a cadeia produtiva. Em suma, o emprego de ferramentas modernas de monitoramento ambiental e térmico é essencial para integrar o bem-estar animal à rentabilidade, promovendo o desenvolvimento de uma avicultura altamente tecnológica, eficiente e sustentável.

REFERÊNCIAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. supl. esp., p. 8335-8338, 2011.

AERTS, M.; WATHES, C. M.; BERCKMANS, D. Dynamic data-based modeling of heat production and growth of broiler chickens: development of an integrated management system. **Biosystems Engineering**, v. 84, n. 3, p. 257-266, 2003.

ALVES, F. M. S. **Calor metabólico de frangos de corte e poedeiras alimentados com diferentes fontes lipídicas** [dissertação]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2012.

AMARAL, G.; GUIMARÃES, D.; NASCIMENTO, J. C.; CUSTODIO, S. **Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 43, p. 167-207, 2016. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9579>. Acesso em: 9 mar. 2026.

ÁVALO, H. **Estimativa do conforto térmico em aviário de frango de corte usando termografia infravermelha**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2014.

BASSALO, J. M. F. A crônica do calor: calorimetria. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 29-38, 1992. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol14a06.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2026.

BATISTA J. Estresse térmico e seu impacto na criação das aves: um breve relato [Internet]. Itu: **Avicultura Industrial**; 2017. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/estresse-termico-e-seu-impacto-na-criacao-das-aves-um-breve-relato-por-juliana/20170926-133753-d548>. Acesso em: 15 mar. 2026.

BERNARDES, A. T. **Temperatura**. Rio de Janeiro: Inmetro, 2012. Disponível em: http://otzsrvbom.otimize.com:8080/jspui/bitstream/2050011876/424/1/banner_04_temperatura.pdf. Acesso em: 18 mar. 2026.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. Heat stress physiology and electrolytes for broilers. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 975–981, 2003.

CARVALHO, L. A. et al. **Desenvolvimento de rede de sensores para monitoramento da concentração de gases em aviários**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

CASSUCE, D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

COELHO, C. G. H. **Qualidade da carne e bem-estar em frangos de corte criados em ambiente enriquecido**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2021.

COELHO, D. R.; SOUSA, F. C.; BAPTISTA, F.; CRUZ, V. F.; TINÔCO, I. F.; SOUZA, C. F. Use of analysis and processing of digital images for evaluation and control of animal behavior in hot climates. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v. 3, n. 2, p. 23-35, 2018. Disponível em: <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/4698>. Acesso em: 23 mar. 2026.

CONY, A. V.; ZOCHE, A. T. Manejo de frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. de A.; MACARI, M. (Ed.). Produção de frangos de corte. Campinas: **FACTA**, p. 118–136, 2004.

COSTA, E. M. S.; DOURADO, L. R. B.; MERVAL, R. R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. **Pubvet**, v. 6, n. 31, p. 1450-1454, 2012.

EDDY, A. L.; VAN HOOOGMOED, L. M.; SNYDER, J. R. The role of thermography in the management of equine lameness. **Veterinary Journal**, v. 162, n. 3, p. 172-181, 2001.

ESPINDOLA, C. J. **Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil**. Geosul, Florianópolis, v. 27, n. 53, p. 89-114, 2012.

FAIRCHILD, M. C. Y. B. Sete conselhos fundamentais para o manejo da ventilação em túnel. Rio Claro: **AviNews Brasil**, 2019. Disponível em: <https://avicultura.info/pt-br/sete-conselhos-fundamentais-para-o-manejo-da-ventilacaoem-tunel/> Acesso em: 26 mar. 2026.

FERREIRA, K. D.; ÁVILA FILHO, S. H.; BERTOLINO, J. F.; SILVA, L. A. F.; VULCANI, V. A. S. Termografia por infravermelho em medicina veterinária. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n. 23, p. 1298-1313, 2016.

FRANZINI, B. D.; CRUZ, L. C. F.; SAMPAIO, A. S.; BORGES, K. F.; BARROS, H. S. S.; SANTANA, F. X. C. et al. Indicadores sanguíneos hematológicos e hormonais do estresse na avicultura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, e16111326303, 2022. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26303>.

FURLAN RL, MACARI M. Termorregulação. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E, editores. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP; p. 209-30, 2002.

GRACIANO, D. E. **Aplicações da termografia infravermelha na produção animal**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

LÓPEZ J. C. 5 manejos para melhorar a qualidade dos pintos [Internet]. Rio Claro: **AviNewsBrasil**; 2019. Disponível em: <https://avicultura.info/pt-br/5-manejospara-melhorar-a-qualidade-dos-pintos/>. Acesso em: 02 abr 2026.

McGEE, T. D. Principles and methods of temperature measurement. New York: John Wiley & Sons, 1988.

MÉDRAD, L.; TOCHOIRI, H. **Histoire de la thermochimie**. Aix-en-Provence: Publications de l'Université de Provence, 1994.

NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; NASCIMENTO, D. P. N. G. R.; VERCELLINO, R. A. Distribuição da temperatura superficial de frangos de corte com 42 dias de idade. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 497-502, 2010.

NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A. Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 219-229, 2011.

NOBAKHT, A.; TABATBAEI, S.; KHODAEI, S. Effects of different sources and levels of vegetable oils on performance, carcass traits and accumulation of vitamin E in breast meat of broilers. *Current Research Journal of Biological Sciences*, v. 3, n. 6, p. 601-605, 2011. Disponível em: <https://maxwellsci.com/jp/abstract.php?jid=CRJBS&no=148&abs=11>. Acesso em: 07 abr. 2026.

OLIVEIRA, R. F. M.; ZANUSSO, J. T.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, R. A.; ALBINO, L. F. T.; VALERIO, S. R. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 3, n. 6, p. 810-816, 2000.

QUINN, T. J. Temperature. London: **Academic Press**, 1990.

ROBERTO JVB, SOUZA BB. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **J Anim Behav Biometeorol**. 2014;2(3):73-84. doi: <https://doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v2n3p73-84>. Acesso em: 10 abr 2026

SANTANA, M. H. M.; SARAIVA, E. P.; COSTA, F. G. P.; FIGUEIREDO JÚNIOR, J. P. F.; SANTANA, A. M. M. A.; ALVES, A. R. Ajuste dos níveis de energia e proteína e suas relações para galinhas poedeiras em diferentes condições térmicas. **Pubvet**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2018.

SANTOS, R. C.; ÁVALO, H.; NÄÄS, I. A.; JORDAN, R. A.; MACHADO, S. T. **Estimativa do conforto térmico em aviário de frango de corte usando termografia infravermelha**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, 43., 2014, Campo Grande. Anais [...]. Campo Grande: CONBEA, 2014.

SCHIASI, L. et al. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 390–396, maio/jun. 2015.

SOUZA CF, BAÊTA FC, TINOCO IFF, FREITAS LCSR, CÂNDIDO MGL. Características ambientais dos aviários adotados atualmente no Brasil e respostas

no desempenho produtivo [Internet]. Rio de Janeiro: **Animal Business Brasil**; 2017. Disponível em: <https://animalbusiness.com.br/producao-animal/infraestrutura-equipamentos/caracteristicas-ambientais-dos-aviarios-adotados-atualmente-no-brasil-erespostas-no-desempenho-produtivo/>. Acesso em 17 mar 2026.

STAUB, L. et al. Ambiência interna e externa em galpão de frangos de corte nas diferentes épocas do ano e fases de criação. **Nativa**, v. 4, n. 3, p. 128–133, 2016.

TATTERSALL, G. J.; ANDRADE, D. V.; ABE, A. S. Heat exchange from the toucan bill reveals a controllable vascular thermal radiator. **Science**, v. 325, n. 5939, p. 468-470, 2009.

TINOCO, I. D. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-26, 2001.

TORQUATO, J. L.; SOUZA, J. B. F. JR.; QUEIROZ, J. P. A. F.; COSTA, L. M. Termografia infravermelha aplicada a emas (*Rhea americana*). **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 3, n. 2, p. 51-56, 2015.

VIEIRA, F.M; GOUVEIA, A.B.V.S; PAULO, L.M; SAMPAIO, A.S; BORGES, K.F; SILVA, N.F; et al. Termografia infravermelha na avicultura. **Vet. E Zootec.** v29: 001 – 021, 2022.

VILAR, A. B.; DE JESUS, V. L. B.; MATOS, R. G.; MARQUES, L. C. O.; ZUIM, F. A.; SOUZA, J. M. et al. Medição de temperatura: o saber comum ignorado nas aulas experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 2501-2507, 2015.

VILELA, M. O.; GATES, R. S.; SOUZA, C. F.; MARTINS, M. A.; TINÔCO, I. F. F.; TELES JÚNIOR, C. G. S. Sistemas de ventilação na avicultura brasileira: estado da arte. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 14, n. 2, p. 152–171, 2020.

WEISSENBOCK, N. M.; WEISS, C. M.; SCHWAMMER, H. M.; KRATOCHVIL, H. Thermal windows on the body surface of African elephants (*Loxodonta africana*) studied by infrared thermography. **Journal of Thermal Biology**, v. 35, n. 5, p. 182-188, 2010.

ZANUSSO, J. T.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, R. A.; ROSTAGNO, H. S.; EUCLYDES, R. F. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de conforto térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 1068-1074, 1999.

ZIPROUDINA, N.; MING, Z.; HÄNNINEN, O. O. P. Plantar infrared thermography measurements and low back pain intensity. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 29, n. 3, p. 219-222, 2006.